

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-294388

(43)Date of publication of application : 20.10.2000

(51)Int.Cl.

H05B 37/02

(21)Application number : 11-102719

(71)Applicant : SEKISUI HOUSE LTD

(22)Date of filing : 09.04.1999

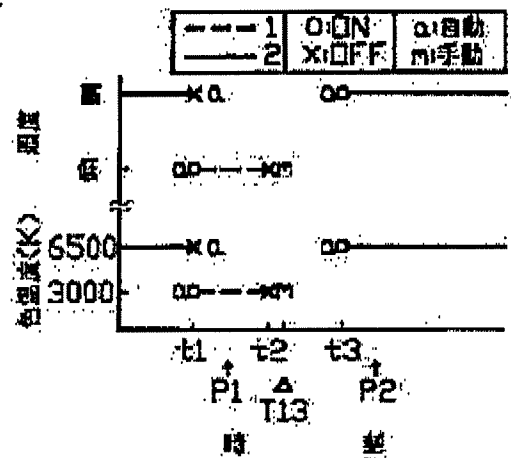
(72)Inventor : MORITA TAKESHI

## (54) LIGHTING CONTROL METHOD AND LIGHTING SYSTEM

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an appropriate light environment in accord with the bio rhythm of a human being.

SOLUTION: According to this lighting control method, turning-on operation 'O' and turning-off operation 'X' of, at least, part of lighting are automatically controlled so that lighting 1 including a large amount of low-color-temperature light is used a tranquilizing period P1 of the biorhythm of a human being and that lighting 2 including a large amount of high-color-temperature light is used in an activating period P2. The lighting is controlled according to a program arbitrarily set up by an individual person irrespective of the universal, diurnal change in external conditions.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-294388

(P2000-294388A)

(43) 公開日 平成12年10月20日 (2000. 10. 20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 0 5 B 37/02

識別記号

F I  
H 0 5 B 37/02

データベース (参考)

L 3 K 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-102719

(22) 出願日 平成11年4月9日 (1999. 4. 9)

(71) 出願人 000198787

積水ハウス株式会社

大阪府大阪市北区大淀中1丁目1番88号

(72) 発明者 森田 健

大阪市北区大淀中1丁目1番88号 積水ハ  
ウス株式会社内

(74) 代理人 100080182

弁護士 渡辺 三彦

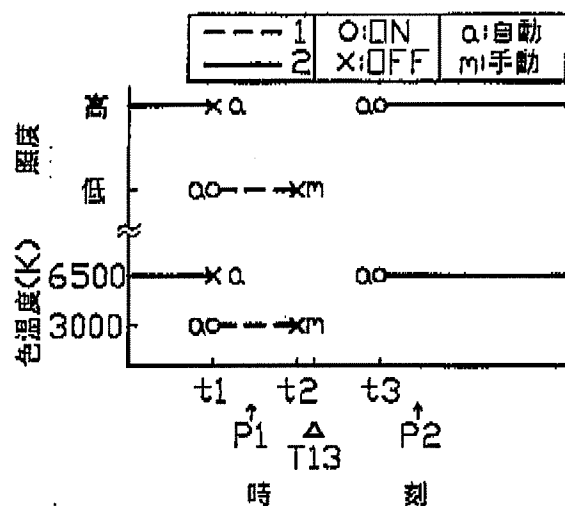
Fターム (参考) 3K073 BA00 CA01 CB01 CD04 CG15  
CG42 CG59 CJ14 CJ16

(54) 【発明の名称】 照明制御方法および照明システム

(57) 【要約】

【課題】 ヒトの生体リズムに応じた適正な光環境を得ることが可能な照明制御方法ならびに照明システムを提供する。

【解決手段】 ヒトの生体リズムにおける沈静化期 P1 には低色温度光を多く含む照明 1 とし、活動化期 P2 には高色温度光を多く含む照明 2 とするように、少なくとも一部の操作 O、X を自動的に制御するようにし、このとき、該照明の制御を、外界条件の普遍的な日周変化とは無関係に、個人により任意に設定されたスケジュールに沿って行うようにする。



1 第1の蛍光管 (低色温度光を多く含む照明)  
2 第2の蛍光管 (高色温度光を多く含む照明)

O 点灯  
X 消灯

P1 ヒトの生体リズムにおける沈静化期  
P2 ヒトの生体リズムにおける活動化期

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ヒトの生体リズムにおいて、沈静化期には低色温度光を多く含む照明とし、活動化期には高色温度光を多く含む照明とするように、少なくとも一部の操作を自動的に制御する照明制御方法であって、前記照明の制御を、外界条件の普遍的な日周変化とは無関係に、個人により任意に設定されたスケジュールに沿って行うことを特徴とする照明制御方法。

【請求項2】 前記沈静化期には低発光レベルの照明とし、活動化期には高発光レベルの照明とするように制御

【請求項3】 ヒトの生体リズムに応じて照明を行うシステムであって、

色温度を調整可能に配設された照明器具と、ヒトの生体リズムにおける沈静化期に前記照明器具を低色温度で点灯し、活動化期に前記照明器具を高色温度で点灯するように、少なくとも一部の操作を自動的に制御し得る制御部と、前記制御部の動作スケジュールを設定するためのスケジュール設定機構と、を備えることを特徴とする照明システム。

【請求項4】 前記制御部が、ヒトの生体リズムにおける沈静化期に前記照明器具を低発光レベルで点灯し、活動化期に前記照明器具を高発光レベルで点灯するように制御し得るものとなっていることを特徴とする請求項3に記載の照明システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ヒトの生体リズムに応じて適正な照明を行うように制御する方法、ならびにヒトの生体リズムに応じて適正な照明がなされるようにしたシステムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】光環境は、ヒトの心理面、生理面に大きな影響を与えるものであり、この光環境を適正に設計することは、健康で快適な生活環境を得る上で基本的な要素のうちの一つである。

【0003】しかしながら、実際の照明計画においては、ヒトの心理面、生理面に対する光の影響にまで十分に配慮がなされているとは言い難いのが現状である。照明計画の指針としては、JISの照明基準（JIS-Z-9110）や照明学会の住宅照明基準があるが、これらは、主として基本的生活行動および視作業における見やすさを確保する安全性（safety）、視認性（visibility）に対する基準である。

【0004】前記照明学会の住宅照明基準の中には、一部、快さ、楽しさをつくる雰囲気に関する快視性が扱われており、光環境の快適性を考慮する試みも部分的にはなされている。しかしながら、照明を生理面から考察した研究は少ない。

【0005】ところで、生体が示す自律的な内因性のリズム（生体リズム）のうちの代表的なものとして、約24時間周期の概日リズムがある。例えば、ヒトの深部体温は、通常約1℃の振幅をもって、深夜に最も低く、昼から夕方にかけて最も高くなり、また、この体温の挙動と強く関連するメラトニンホルモンの分泌は、深夜に最も著しく、昼間は非常に少ないという概日リズムを示す。夜間の十分な体温低下は、熟睡（感）につながり、また、メラトニンホルモンは、免疫系などにも影響していることがわかっている。

【0006】上記のようなリズムは、脳内（ヒトの場合は視交叉上核）にあるとされる「時計」によって制御されながら、その本来の周期である約25時間を、光の明暗や社会的因子に基づいて24時間に調整している。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】健康で快適な生活を送る上では、ヒトの有する生体リズムの位相が、周囲の環境の時間的な流れと一致し、さらに振幅が大きく確保されることが重要であるといわれている。したがって、照明計画においても、ヒトの生体リズムの位相に合致し、さらには振幅が大きく確保されるように光環境を設計することが望ましいと考えられる。

【0008】本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、ヒトの生体リズムに応じた適正な光環境を得ることが可能な照明制御方法ならびに照明システムを提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためになされたこの発明の請求項1に記載の照明制御方法は、ヒトの生体リズムにおいて、沈静化期には低色温度光を多く含む照明とし、活動化期には高色温度光を多く含む照明とするように、少なくとも一部の操作を自動的に制御する照明制御方法であって、前記照明の制御を、外界条件の普遍的な日周変化とは無関係に、個人により任意に設定されたスケジュールに沿って行うことを特徴とするものである。

【0010】また、この発明の請求項2に記載の照明制御方法は、前記請求項1に記載の照明制御方法において、前記沈静化期には低発光レベルの照明とし、活動化期には高発光レベルの照明とするように制御することを特徴とするものである。

【0011】また、この発明の請求項3に記載の照明システムは、ヒトの生体リズムに応じて照明を行うシステムであって、色温度を調整可能に配設された照明器具と、ヒトの生体リズムにおける沈静化期に前記照明器具を低色温度で点灯し、活動化期に前記照明器具を高色温度で点灯するように、少なくとも一部の操作を自動的に制御し得る制御部と、前記制御部の動作スケジュールを設定するためのスケジュール設定機構と、を備えることを特徴とするものである。

【0012】また、この発明の請求項4に記載の照明システムは、前記請求項3に記載の照明システムにおいて、前記制御部が、ヒトの生体リズムにおける沈静化期に前記照明器具を低発光レベルで点灯し、活動化期に前記照明器具を高発光レベルで点灯するように制御し得るものとなっていることを特徴とするものである。

【0013】なお、この発明において、「ヒトの生体リズムにおける沈静化期」とは、ヒトの概日リズムにおいて、ヒトの深部体温が下降しメラトニン分泌が増加する期間にほぼ対応するものとし、「ヒトの生体リズムにお

ける活動化期」とは、ヒトの深部体温が上昇しメラトニン分泌が減少する期間にほぼ対応するものとする。

【0014】また、「外界条件の普遍的な日周変化」とは、屋外における明るさの昼夜変動などの、外部の自然的な因子に基づく日周変化を意味するものとする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を例示し具体的に説明する。本実施形態に係る照明制御方法は、図1に示すように、ヒトの生体リズムにおいて、沈静化期P1には低色温度光を多く含む照明とし、活動化期P2には高色温度光を多く含む照明とするように、一部の操作を図2に示す制御部C10で自動的に制御するものである。この照明の制御は、該照明の利用者により

限定されたスケジュールに沿って行うようにしている。なお図1中、○、×はそれぞれ点灯、消灯を、a、mはそれぞれ自動操作、手動操作を示す。

【0016】ここに例示する方法においては、住宅内の一室において、一日における晩期の点灯時間帯、即ち図1に示す夜半t1から就寝時t2までの時間帯と、早期～中期の点灯時間帯、即ち図1に示す起床時t3から前記夜半t1までの時間帯との2つの時間帯で照明を行うようにしている。上記住宅内の一室としては居間を使用しており、該住宅の居住者、即ち照明の利用者が、睡眠時間を除くほぼ全時間をこの居間で起居するようにしている。上記就寝時t2は日の出T13よりやや前の時刻、起床時t3は正午前後の時刻となっている。

【0017】上記照明は、図2に模式的に示す照明システムS1により行うようにしている。同図に示す照明システムS1は、シーリングライト（天井灯）L1と、制御部C10とを備えるものとなっている。

【0018】上記シーリングライトL1は、第1および第2の2本の直管形蛍光管1、2で構成されている。上記第1の蛍光管1は電球色蛍光灯（色温度3000K）、第2の蛍光管2は昼光色蛍光灯（色温度6500K）となっており、該第1および第2の両蛍光管1、2のいずれか一方を選択的に、あるいは両方を同時に点灯することにより、シーリングライトL1による光源光の色温度を段階的に調整し得るようになってい

る。それぞれ低照度、高照度となるような発光レベルを有するものとなっており、前記したように該第1および第2の両蛍光管1、2のいずれか一方を選択的に、あるいは両方を同時に点灯するのに伴って、シーリングライトL1による光源光の発光レベルが段階的に調整されるようになっている。

【0019】上記第1および第2の各蛍光管1、2は、制御部C10に接続されており、該制御部C10でそれぞれ点消灯の操作がなされるようになってい

る。【0020】上記制御部C10には、操作パネルC20が配設されている。該操作パネルC20は、図3に示すように、キー21および表示部22を有しており、該表示部22を見ながらキー21を操作することにより、第1乃至第2の蛍光管1、2の点消灯の時刻を入力することができるようになってい

る。制御部C10にはタイマ（図示せず）が内蔵されており、上記操作パネルC20で入力された所定時刻に、各蛍光管1、2の点消灯の操作が自動的に行われるようになってい

る。これにより、制御部C10の動作スケジュールを設定することが可能なスケジュール設定機構が構成されている。

【0021】また、上記操作パネルC20には、第1および第2の蛍光管1、2のそれぞれに対応するスイッチ23、24が配設されており、各蛍光管1、2の点消灯の操作を手動でも行うことができるようになってい

る。【0022】ここに示す例における照明の点消灯の操作を屋から順に示すと、以下ようになる。図1に示すように、起床時t3で第2の蛍光管2を自動的に点灯し、以降夜半t1まで該第2の蛍光管2を基本的に点灯状態としておく。夜半t1になると、該第2の蛍光管2から第1の蛍光管1に自動的に切り換え、以降就寝時t2まで該第1の蛍光管1を点灯状態としておき、就寝時t2で該第1の蛍光管1を手動で消灯する。

【0023】なお、上記就寝時t2から起床時t3までの睡眠時間においては、屋外ではほぼ朝となっているため、ブラインドで昼光を遮断してできるだけ室内を暗くするようにしている。

【0024】上記点消灯操作では、沈静化期P1には低色温度・低発光レベルの第1の蛍光管1を点灯し、活動化期P2には高色温度・高発光レベルの第2の蛍光管2を点灯するようにしている。これにより、居間内の照明が、沈静化期P1には低色温度光を多く含み、かつ低発光レベルのものとなるように、活動化期P2には高色温度光を多く含み、かつ高発光レベルのものとなるように制御している。

【0025】上記のような照明制御方法は、ヒトの生体リズムの位相に合致したものとなっており、したがって、特に生理面で居住者にとって望ましいものとなっている。以下に、上記と同様の照明方法がヒトの生理面に及ぼす影響について調べた実験の例を示す。

【0026】【実験例1】赤色光、緑色光および青色光

を、それぞれ夜間21:00~2:00の5時間浴び、それぞれの場合において、ほぼ1時間毎に9:00まで深部体温を測定するとともに、21:00、23:30、2:00、8:00の各時刻にメラトニン分泌量を測定した。上記3種の光の照度はいずれも1000luxとし、Controlとして、照度50luxの条件下で同時間経過するようにした。

【0027】上記実験により、図4に示す結果が得られた。同図に示すように、緑色光ないし青色光を浴びた場合には、体温の低下およびメラトニン分泌の上昇が著しく抑制され、この現象は、睡眠中、即ち消灯後(2:00以降)にも継続してみられた。一方、赤色光を浴びた場合には、体温およびメラトニン分泌はControlの場合とほぼ同様の挙動を示した。

【0028】【実験例2】上記実験例1において、昼光色蛍光灯(色温度6500K)および電球色蛍光灯(色温度3000K)により、高色温度光および低色温度光の2種の光を用いるようにする以外は全て同様にして、深部体温およびメラトニン分泌量を測定した。

【0029】上記実験により、図5に示す結果が得られた。同図に示すように、高色温度光を浴びた場合には、体温の低下およびメラトニン分泌の上昇が著しく抑制され、この現象は睡眠中にも継続してみられた。一方、低色温度光を浴びた場合には、高色温度光を浴びた場合に比して、前記のような抑制の程度は小さい。

【0030】【実験例3】1000luxおよび2500luxの2種類の照度に設定した赤色光、緑色光および青色光(計6種類)を、それぞれ朝4:00~9:00の5時間浴び、それぞれの場合における深部体温およびメラトニン分泌の挙動を調べた。Controlとしては、照度50luxの条件下で同時間経過するようにした。

【0031】上記実験により、図6乃至図8に示す結果が得られた。同図に示すように、照度1000luxでは、赤色光、緑色光および青色光のいずれの場合も、体温上昇(図6)およびメラトニン分泌減少(図8)への影響は認められないが、照度2500luxでは、緑色光の場合、体温上昇(図7)およびメラトニン分泌減少(図8)がともに促進された。

【0032】上記実験例1乃至実験例3の結果から、人の視認性においては同一である同じ照度条件であっても、光の波長成分として長波長成分を多く含む光、即ち低色温度光/赤色光は、ヒトの生体リズムに対する影響は小さく、中~短波長成分を多く含む光、即ち高色温度光/緑~青色光は、ヒトの生体リズムに対する影響が大きいことがわかる。

【0033】具体的には、高色温度光/緑~青色光は、体温のリズムに対して、夜間の下降期にはその下降を抑制するように作用し、朝の上昇期にはその上昇を促進するように作用する。メラトニンリズムに対しても同様に、夜間の分泌上昇期にはその上昇を抑制するように作

用し、朝の分泌下降期にはその下降を促進するように作用する。

【0034】ヒトのメラトニンリズムは、ヒトの体温リズムと強い逆相関を有することが知られているため、前述の内容は、換言すれば以下になる。即ち、高色温度光/緑~青色光は夜間のメラトニン分泌増加を抑制、朝のメラトニン分泌減少を促進するように作用し、その結果として、夜間の深部体温下降が抑制され朝の深部体温上昇が促進されるという体温挙動が現出したのである。

【0035】また、上記実験例3の結果を、前記実験例1の結果と比較しながら考察すると、朝の場合にも、夜間の場合と同様に、長波長成分を多く含む光(ここでは赤色光)の生体リズムに対する影響は小さく、中~短波長成分を多く含む光(ここでは緑色光)の生体リズムに対する影響は大きい、その影響が現れる光の強度(照度)をみると、朝の場合(2500lux)は夜間の場合(1000lux)よりも大となっていることがわかる。

【0036】【実験例4】日中に室内の照度を5000luxおよび60luxの2種類に設定してそれぞれ過ごし、それぞれの場合における深部体温の挙動を調べた。いずれの場合も室温は同一とした。その結果、照度を5000luxとした場合には、夜間の深部体温が有意に低下することが認められた。また、照度を60luxとした場合には、より寒く感じられることが認められた。この結果から、日中に高照度の光環境とすることは、ヒトの生体リズムに対し、日中だけでなく夜間にまで影響を及ぼすことがわかる。

【0037】[まとめ1] 以上の実験例1~4から、以下のような知見を得ることができる。夜から早朝にかけて、特に深夜までの生体リズムの方向は沈静化にあり、これを現す体温の低下およびメラトニン分泌の上昇がその目的となる。この目的を支援するか、あるいは少なくとも妨害しない低色温度光を多く含む光環境とすることが、夜間においては望ましいと考えられる。一方、早朝から昼~夕方にかけて、特に午前中までの生体リズムの方向は活動化にあり、これを現す体温の上昇およびメラトニン分泌の速やかな減少がその目的となる。この目的を支援する高色温度光を多く含む光環境とすることが、朝においては望ましいと考えられる。

【0038】さらに、上記の目的を支援する上で、生体リズムの方向が沈静化にある夜間には低照度の光環境とし、生体リズムの方向が活動化にある朝には高照度の光環境とすることが、より望ましいと考えられる。また、日中に高照度の光環境下で過ごすことは、生体リズムの振幅を確保するという意味でも重要であると考えられる。

【0039】上記実験例1~4により得られた結果は、生体リズムにかかわる受光器官の作用を考慮に入れて捉えることも可能である。

【0040】ヒトの生体リズムにかかわる受光器としては、網膜上にあるL、M、Sの3タイプの錐体(cone)のうち、M-錐体が関与していると考えられる。以下、ヒトの生体リズムに対するM-錐体の関与について調べた実験の例を示す。

【0041】【実験例5】前記実験例1において、先天的にM-錐体に障害を有する第2色覚異常者を被験者とする以外は全て同様にして、深部体温およびメラトニン分泌量を測定した。その結果、赤色光、緑色光および青色光のいずれの場合にも、体温リズムおよびメラトニンリズムに影響は認められなかった。

【0042】【実験例6】夜間に各実験光条件下でL-錐体、M-錐体およびS-錐体が色順応したとき受けた刺激量を、CIE（国際照明委員会）の色順応方程式により算出し、そのときの深部体温およびメラトニン分泌への影響の程度と比較した。その結果、M-錐体が実験光から受けた刺激量と、深部体温およびメラトニン分泌への影響の程度との間に、強い相関関係があることが認められた。

【0043】上記実験例5および実験例6の結果から、ヒトの生体リズムにかかわる受光器として、M-錐体が関与していることが強く示唆される。

【0044】【まとめ2】以上の実験例5、6から、ヒトの生体リズムに対するM-錐体の関与が考えられる。ここで、前記実験例3からは、特定の光を一定量受けた場合に、深部体温およびメラトニン分泌への影響の程度が朝と夜間とで差があることがわかっているが、このことは、M-錐体の感度に日内変動があることによるものと考えられる。受光器感度に日内変動があることは、視覚上の問題としてこれまでも確認されている。M-錐体は、視覚上も重要な役割を担うものであるが、前記したように生体リズムにかかわる受光器としても機能すると考えられることから、視覚上の日内変動と同様の変動が、生体リズムにおいても認められると考えられる。

【0045】上記生体リズムにかかわる受光器官についての考察を踏まえると、以上の実験例により得られた結果は、あらためて以下のように概括することもできる。生体リズムの方向が沈静化にある夜間には、M-錐体の分光感度分布に入る波長をあまり含まない光が好ましく、生体リズムの方向が活動化にある朝には、M-錐体の分光感度分布に入る波長を多く含む光が好ましいと考えられる。M-錐体は、約540nmに感度ピークを有しており、これは緑色光の分光分布にほぼ対応する。

【0046】前記図1乃至図3に示した照明制御方法においては、さらに、照明の点消灯の操作における一部の操作、即ち第2の蛍光管2の点灯操作、ならびに該第2の蛍光管2から第1の蛍光管1への切り換え操作（調整操作）を、自動的に制御するようにしている。ここで、例えば前者の第2の蛍光管2の点灯操作を手動で行うとすると、他方の第1の蛍光管1が誤って選択される事

態、即ち誤操作が生じることが考えられる。また、後者の調整操作の場合、この操作の前後ではいずれも照明を点灯状態としているため、この操作を手動で行うとすると、操作自体を忘れやすくなると考えられる。さらにまた、上記のいずれの場合にも、点灯ないし調整の操作自体が面倒である。これに対し、前記のような自動制御によれば、操作を手間なく、確実かつ正確に行うことができる。

【0047】一方、第1の蛍光管1の消灯動作は手動で行うようにしている。一般に、照明の消灯の場合は、その時刻が一定しないことが通例であるため、スイッチ、リモコン等により手動で操作する方が望ましい。

【0048】さらに、上記照明制御方法においては、照明の制御を、外界条件の普遍的な日周変化とは無関係に、個人により任意に設定されたスケジュールに沿って行うようにしている。

【0049】ヒトの生体リズムは、前記したように、その本来有している周期を、屋外における明るさの昼夜変動などの自然的な因子によって調整されているものであり、基本的には、外部の自然的因子に基づく日周変化に合致したものである。ところが、実際の人の生活パターンは、社会的な要因に大きく左右されているものであり、上記のような外界条件の普遍的な日周変化と必ずしも一致するとは限らず、むしろ大きなズレがあるような場合も少なくない。ヒトの生体リズムは、自然的因子だけでなく社会的因子にも基づいて調整されるものであるから、変則的な生活パターンが恒常化していった場合には、生体リズムの位相も、これに影響を受けて多少なりとも変動を生じてくることが考えられる。したがって、照明計画においても、人の生活パターンといった社会的因子を考慮することが重要であると考えられる。

【0050】図1に示す例では、生活パターンが全体としてやや変則的なものとなっている。この生活パターンは、前記したように、就寝時t2が日の出T13付近の時刻（即ち通常の生活パターンにおける起床時刻付近）となっている。即ち、屋外における明るさの昼夜変動のリズムよりも、ほぼ睡眠時間の分だけ遅い時間帯へ移行した生活パターンとなっている。このような生活パターンが恒常化してくると、生体リズムにおける沈静化期P1および活動化期P2も、この生活パターンに影響されて、外部の明暗の変動のリズムとの間に多少のズレが生じてくることが考えられる。特に、活動化期P2に関して、屋外における明暗の昼夜変動との間のズレが大きくなっていると考えられる。

【0051】ここに示す例における晩期の点灯時間帯t1-t2および早期～中期の点灯時間帯t3-t1は、上記変則的な生活パターンに沿って設定されている。即ち、照明の制御を、外界条件の普遍的な日周変化ではなく、照明の利用者により任意に設定されたスケジュール

に沿って行うようにしている。これにより、多少の変動が考えられる沈静化期 P 1 および活動化期 P 2 のそれぞれに合わせて、適正な照明がなされるようになってい

る。  
【0052】また、前記図 2 に示した照明システム S 1 は、色温度を調整可能に配設されたシーリングライト L 1 と、前記沈静化期 P 1 に該シーリングライト L 1 を低色温度で点灯し、活動化期 P 2 に該シーリングライト L 1 を高色温度で点灯するように、少なくとも一部の操作を自動的に制御し得る制御部 C 10 とを備えるものとな  
10 っており、該照明システム S 1 を用いることにより、ヒトの生体リズムに応じた適正な光環境を得ることができ、また照明の点消灯ないし調整の操作を手間なく、確実かつ正確に行うことができる。

【0053】さらに、上記照明システム S 1 は、制御部 C 10 の動作スケジュールを設定するためのスケジュール設定機構を備えるものとなっており、該照明システム S 1 を用いることにより、個人的な任意のスケジュールに沿った照明の制御を、容易に、確実かつ正確に行うこ  
20 とができる。

【0054】さらに、上記照明システム S 1 は、制御部 C 10 が、沈静化期 P 1 にシーリングライト L 1 を低発光レベルで点灯し、活動化期 P 2 にシーリングライト L 1 を高色温度で点灯するように制御し得るものとなっており、該照明システム S 1 を用いることにより、生体リズムの振幅を確保する上でもより望ましく、したがって生理的にさらに好適な光環境を得ることができる。

【0055】前記図 1 乃至図 3 に示した照明制御方法および照明システムは、言うまでもなく本発明の実施形態の一例であって、本発明はこれに限定されるものではない。以下、本発明において可能な実施形態の例について、さらに広汎に説明する。

【0056】本発明において、低色温度光を多く含む照明とするための光源としては、例えば、電球色蛍光灯（色温度 3000 K 程度）、温白色蛍光灯（色温度 3500 K 程度）、ハロゲンランプ（色温度 3000 K 程度）、白熱電球（色温度 2850 K 程度）等が挙げられる。一方、高色温度光を多く含む照明とするための光源としては、例えば、昼光色蛍光灯（色温度 6500 K 程度）、昼白色蛍光灯（色温度 5000 K 程度）等が挙げ  
40 られる。また、例えば、高圧水銀ランプ（色温度 5700～5800 K 程度）による光は、M-錐体の分光感度分布に入る波長を含む割合が高いと考えられる。

【0057】さらに、上に列挙した光源以外にも、これらと同等の色温度を有する各種の光源を用いることができ、また、所望の色温度を有する光源を調製するようにしてもよい。これにより、任意の色温度を有する光源を得ることができる。

【0058】本発明において、照明を制御するスケジュール（照明スケジュール）としては、例えば図 9 に示す

ように、晩期の点灯時間帯 t 1 - t 2 ないし早期～中期の点灯時間帯 t 3 - t 4 を部分的に限定して設定するようにすることもできる。同図に示す例では、晩期の点灯時間帯 t 1 - t 2 は前記図 1 に示す例の場合とほぼ同様であるが、早期～中期の点灯時間帯 t 3 - t 4 は夕刻 t 4 で終了するようにしている。この例では、早期～中期の消灯時刻（夕刻）t 4 から晩期の点灯時刻（夜半）t 1 までの間は外出のため消灯するようにしており、またこのため、晩期の点灯時刻 t 1 における点灯操作は手動で行うようにしている。

【0059】ここで、照明スケジュールにおいては、通常の生活パターンの場合であれば、前記実験例から、夜間においては特に遅い時間帯（例えば 21:00 以降）における光環境が重要であると考えられ、一方、朝/昼間においては特に早い時間帯（例えば 4:00～9:00）における光環境が重要であると考えられる。したがって、例えば夜間の点灯時間帯および昼間の点灯時間帯を、少なくとも上記のような遅い時間帯および早い時間帯（以下、コア時間帯と称す）をそれぞれ含むように設定することが挙げられる。このとき、変則的な生活パ  
20 ターンの場合には、該生活パターンの変動の度合いに応じて、上記コア時間帯を調整するようにする。

【0060】あるいは逆に、例えば晩期の点灯時間帯ないし早期～中期の点灯時間帯を、より長く設定することもできる。即ち、晩期においては、例えば睡眠時間中にもごく低い照度で低色温度の照明を続行するようにしてもよく、一方、早期～中期においては、例えば起床時以前から高色温度の照明を開始するようにしてもよい。

【0061】図 10 には、変則的な生活パターンに沿って設定された照明スケジュールの他の例が示されている。同図に示す例では、12 時間程度の時差がある国へ渡航することにより、それまでの生活パターンにおける昼夜と、渡航先における外界の昼夜とが、ほぼ完全に逆転している。即ち、同図に示す渡航先での日没 T 11 および日の出 T 13 が、それぞれ、渡航前の日の出および日没にほぼ相当する時刻となっている。

【0062】この場合、渡航直後においては、生体リズムの位相も外界の昼夜変動に対してほぼ完全に逆転した状態となっており、同図に示すように、沈静化期 P 1 は昼間 T 13 - T 11 に現れ、活動化期 P 2 は夜間 T 11 - T 13 に現れる。生体リズムは、直ちには外界の日周変化に同調し得ないため、時差ぼけが発現することになるが、これを解消するには、時差 1 時間につき 1 日を要するといわれている。このため、ここに示す例では、時差ぼけを緩和するために、渡航前の生活パターンを、渡航先における外界の昼夜変動に漸次合わせていくようにしている。

【0063】同図に示す照明スケジュールは、渡航直後のものとなっており、照明の点消灯の操作を順に示すと、以下の通りである。日没 T 11 の前後にあたる起床



時t23で、前記図1に示す例の場合と同様の第2の蛍光管2を自動的に点灯し、以降日の出T13まで該第2の蛍光管2を基本的に点灯状態としておく。日の出T13になると、該第2の蛍光管2から第1の蛍光管1に自動的に切り換え、数時間後の就寝時t22まで該第1の蛍光管1を点灯状態として置き、就寝時t22で該第1の蛍光管1を手動で消灯する。このとき、昼光は遮断しておくようにする。次のサイクルからは、上記各点消灯の時刻を漸次ずらしていき、最終的に外界の昼夜変動に沿った照明スケジュールとなるようにする。

【0064】本発明において、同一の照明を複数の使用者が使用し、かつ該複数の使用者の生活パターンが互いに異なるような場合には、例えばその複数種類の生活パターンの平均となるような生活パターンを想定し、この平均的な生活パターンに沿って照明スケジュールを設定するようにすればよい。

【0065】本発明においては、例えば照明の制御を、他の機器、設備等の動作と連動させて行うようにすることもできる。例えば、①昼間の点灯操作を目覚し時計の動作と連動させて行うこと、②夜間の点灯ないし調整の操作を、帰宅時におけるドアの開閉ないし解錠動作や深夜における防犯設備の稼働開始ないしドア、窓の施錠動作と連動させて行うこと等が挙げられる。このような方法によれば、照明の制御を、使用者の生活パターンに合わせて、より手間なく、確実かつ正確に行うことができ、例えばホテル等の公共性の強いスペースのように、照明の使用者の生活パターンが一定しないような場合に特に有利である。

【0066】本発明において、晩期の点灯時間帯の照度としては、例えば1000lux程度以下に設定することが挙げられる。前記実験例から、夜間においては、低色温度光を多く含む照明としていれば、1000lux程度の照度条件であっても生体リズムの沈静化の傾向は大きくは阻害されないことがわかっている。さらに、例えば500lux程度以下、好ましくは100lux程度以下、さらに好ましくは50lux程度以下とすると、生体リズムの沈静化に対する抑制傾向はさらに小さくなり、また、心理的にもより落ち着いた温かみのある光環境とすることができる。

【0067】一方、早期～中期の点灯時間帯の照度としては、例えば1000lux程度より大、好ましくは2500lux程度以上に設定することが挙げられる。前記実験例3から、朝においては、高色温度光を多く含む照明としていれば、2500lux程度の照度条件で生体リズムの活動化の傾向が促進されることがわかっている。さらに、前記実験例4から、例えば5000lux程度以上の照度条件下で過ごす、生体リズムの振幅を確保する上で望ましいことがわかっている。

【0068】なお、例えば晩期においても早期～中期の場合と同程度に高照度とすることも可能である。この場

合でも、低色温度光を多く含む照明としていれば、ヒトの生体リズムに対して好ましくない影響が及ぼされることは比較的少ないと考えられる。

【0069】本発明において使用する照明の方式としては、直接照明、半直接照明、半間接照明および間接照明のいずれを採用することも可能である。

【0070】間接照明の場合、例えば図11に示すように、壁面4に沿って光源（蛍光管）5を配設し該光源5を幕板6で覆う構造とすることによって室内を間接光により照明し、これにより拡がり感が得られる照明とすることが従来提案されているが（特開平10-321019号公報参照）、本発明の方法をこのような間接照明構造に適用するようにしてもよい。この場合、例えば、上記光源5にかえて、低色温度の第1の光源および高色温度の第2の光源を並置して配設するようにすればよい。さらにこの場合、上記第1および第2の光源を壁面4ではなく幕板6に取り付けるようにすると、該光源および幕板6を予め一体的に作製しておくことができ、現場での取付作業を簡略化することができる。さらにまた、上記図11に示す間接照明構造では、幕板6を壁面4に取り付けるための金具7を利用してカーテンレール8が配設されているので、該間接照明構造を採用することにより、幕板6をカーテンレールボックスとしても機能させることができる。

【0071】間接照明構造としては、上記のようなもの以外にも、例えば、壁内に光源を埋設し、該壁の適宜位置に設けたスリット等から間接光を室内に導入する構造とすることも等可能である。さらに、照明を壁だけでなく天井に配設したり、また水平方向だけでなく垂直方向に沿って配設したりすることもできる。

【0072】本発明において使用する照明器具のタイプとしては、例えば、天井（または壁）に直付けされるもの（シーリングライト等）、埋め込み式のもの（ダウンライト等）、半埋め込み式のもの、天井吊下げ式のもの（ペンダント等）等のいずれのものも使用することができる。また、光源として蛍光管を用いる場合、環形、直管等がいずれも使用でき、さらに、蛍光管以外にも、白熱電球、ハロゲン電球等の当該分野で既知の任意の光源を用いることができる。

【0073】図12および図13には、光源の他の例が示されている。同図に示す光源9は、低色温度の第1の蛍光管1と、高色温度の第2の蛍光管2とを重ね合わせ振るるようにして複合・一体化させることにより、全体として1本のロッド形状の光源としたものであり、該第1および第2の蛍光管1、2の一方または両方を点灯させることで、異なる色温度の光が得られるようになっている。このように色温度の異なる複数の光源を複合・一体化してなる光源によれば、低色温度光および高色温度光をそれぞれほぼ全方向に均一に放射させることができ、また光源をコンパクト化して占有スペースを少なく



することができる。

【0074】本発明において、照明の色温度の調整方法としては、2種類の光源を選択的に点灯するようにする以外にも、種々の方法が可能である。例えば、単一的光源と、1種または複数種の色温度変換フィルタとを組み合わせ、該光源を露出させて点灯させるか、またはいずれか1つのフィルタで該光源を覆った状態で点灯させることによって、異なる色温度の光を得るようにしてもよい。あるいは、例えば、色温度の異なる3種類以上の光源を用い、これらのうちから2種類以上の光源を選択し、同時に点灯して混光するようにし、この光源の組み合わせを変えることにより、得られる光の分布が異なるようにすることもできる。3種類の光源を用いる場合に、いずれか1種類のみを用いる場合ならびに3種類すべてを用いる場合も含めると、光源の組み合わせは計7通りとなる。さらにこの場合、3種類の光源を赤色光、緑色光および青色光にそれぞれ対応させておくと、可視光領域内で広範囲に光色を変化させることができる。

【0075】また、光源を点消灯することにより光を調整する以外にも、連続的に光を調整し得るようにしてもよい。例えば、図14に示すように、低色温度の第1の直管形蛍光管1と高色温度の第2の直管形蛍光管2との各々を、インバータによる周波数制御で連続的に発光レベルを調整し得るように構成し、第1の蛍光管1の発光レベルを100%~0%まで連続的に下降させると、これにともなって第2の蛍光管2の発光レベルが0%~100%まで連続的に上昇する構成とすることが挙げられる。これにより、低色温度光から高色温度光へ（あるいはこれとは逆に）漸次切り換えることができ、したがって、低色温度光を多く含む状態と高色温度光を多く含む状態との間で連続的に照明を調整することができる。このような連続的な調整方法によれば、視覚の順応特性に合わせて光環境を穏やかに変化させることができ、快適性をより向上させることができる。

【0076】本発明において、照明の発光レベルの調整方法としても、光源の構成により種々の方法が可能であり、また、段階的な調整と連続的な調整とがいずれも可能である。例えば、図15に示すように、色温度の異なる複数種類の光源1、2から構成される照明器具13において、それぞれの種類の光源1/2を、同一色温度の複数（例えば1、1/2、2、2）で構成しておき、これらのうちで点灯する光源の数を増減することにより、発光レベルのみを段階的に調整するようにすることもできる。また、例えば、白熱灯と色温度変換フィルタとを組み合わせ、色温度の調整が可能な光源を構成すると（図示せず）、単一の白熱灯で容易に発光レベルを段階的または連続的に調整することができる。

【0077】本発明の照明制御方法および照明システムは、照明がなされるスペースであれば任意のスペースに適用することができるが、特に、一日の大半の時間を人

が起居することが多いようなスペース、例えば、戸建住宅、集合住宅等の住居、ホテル、旅館等の宿泊施設、病院、療養所等の医療施設、長距離運行用の交通機関（自動車、鉄道車両、航空機、船舶等）等のスペースに好適に適用することができる。

【0078】

【発明の効果】以上のように、この発明の請求項1に記載の照明制御方法によれば、ヒトの生体リズムにおいて、沈黙化期には低色温度光を多く含む照明とし、活動化期には高色温度光を多く含む照明とするので、ヒトの生体リズムに応じた適正な光環境を得ることができる。

【0079】さらに、照明の点消灯ないし調整の操作における少なくとも一部の操作を自動的に制御するので、該操作を手間なく、確実かつ正確に行うことができる。

【0080】さらに、照明の制御を、外界条件の普遍的な日周変化とは無関係に、個人により任意に設定されたスケジュールに沿って行うので、例えば何らかの理由により生体リズムの変動が考えられる場合にも、この変動に適合して照明を行うことができ、したがって生理的にさらに適正な光環境を得ることができる。

【0081】上記方法は、あらゆる人々に対し、生理学的に好適な光環境を提供し得るものであるが、なかでも、例えば高齢者や身障者のように行動に制約を受けている人々、あるいは生活上の利便性を優先させている都市生活者等のように、従来は光環境への配慮がとりわけ不十分となりがちであった人々に対して、特に有用なものである。

【0082】さらに加えて、この発明の請求項2に記載の照明制御方法によれば、前記沈黙化期には低発光レベルの照明とし、活動化期には高発光レベルの照明とするように制御するので、生体リズムの振幅を確保する上でもより望ましく、したがって生理的にさらに好適な光環境を得ることができる。

【0083】また、この発明の請求項3に記載の照明システムによれば、色温度を調整可能に配設された照明器具と、ヒトの生体リズムにおける沈黙化期に前記照明器具を低色温度で点灯し、活動化期に前記照明器具を高色温度で点灯するように、少なくとも一部の操作を自動的に制御し得る制御部と、を備えるものであるので、該照明システムを用いることにより、ヒトの生体リズムに応じた適正な光環境を得ることができる。さらに、照明の点消灯ないし調整の操作における少なくとも一部の操作を自動的に制御することができるので、該操作を手間なく、確実かつ正確に行うことができる。

【0084】さらに、前記制御部の動作スケジュールを設定するためのスケジュール設定機構を備えるものであるので、該照明システムを用いることにより、個人的な任意のスケジュールに沿った照明の制御を、容易に、確実かつ正確に行うことができる。

【0085】さらに加えて、この発明の請求項4に記載

の照明システムによれば、前記制御部が、ヒトの生体リズムにおける沈静化期に前記照明器具を低発光レベルで点灯し、活動化期に前記照明器具を高発光レベルで点灯するように制御し得るものとなっているので、該照明システムを用いることにより、生体リズムの振幅を確保する上でもより望ましく、したがって生理的にさらに好適な光環境を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態に係る照明制御方法を示す模式図。

【図2】図1の照明制御方法で使用する照明システムを示す模式図。

【図3】図2の照明システムにおける操作パネルを示す正面図。

【図4】夜間の体温リズムおよびメラトニンリズムに対する赤色光、緑色光および青色光の影響を示すグラフ図。

【図5】夜間の体温リズムおよびメラトニンリズムに対する高色温度光および低色温度光の影響を示すグラフ図。

【図6】朝の体温リズムに対する赤色光、緑色光および\*

\*青色光(1000lx)の影響を示すグラフ図。

【図7】朝の体温リズムに対する赤色光、緑色光および青色光(2500lx)の影響を示すグラフ図。

【図8】朝のメラトニンリズムに対する赤色光、緑色光および青色光の影響を示すグラフ図。

【図9】照明スケジュールの他の例を示す模式図。

【図10】照明スケジュールの他の例を示す模式図。

【図11】間接照明構造の一例を示す概略側面図。

【図12】光源の他の例を示す側面図。

【図13】図12のA-A線断面図。

【図14】第1および第2の各蛍光管の発光レベルを連続的に変化させたときの様態を示す模式図。

【図15】照明器具の他の例を示す概略平面図。

【符号の説明】

1 第1の蛍光管(低色温度光を多く含む照明)

2 第2の蛍光管(高色温度光を多く含む照明)

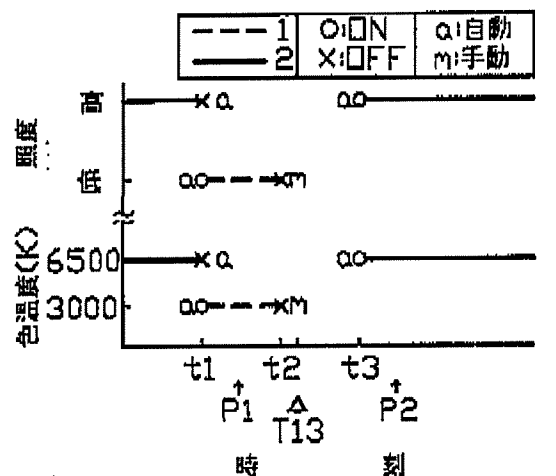
○ 点灯

× 消灯

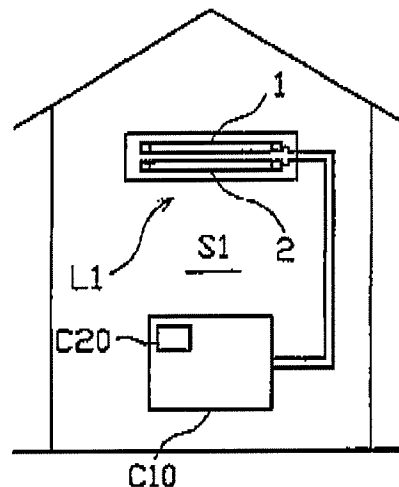
P1 ヒトの生体リズムにおける沈静化期

P2 ヒトの生体リズムにおける活動化期

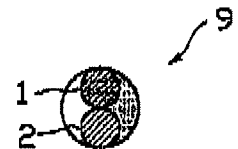
【図1】



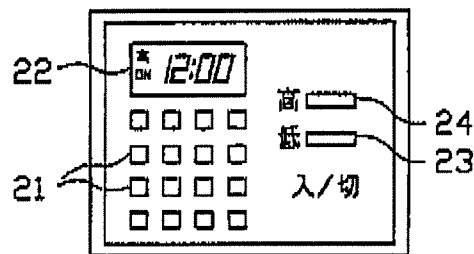
【図2】



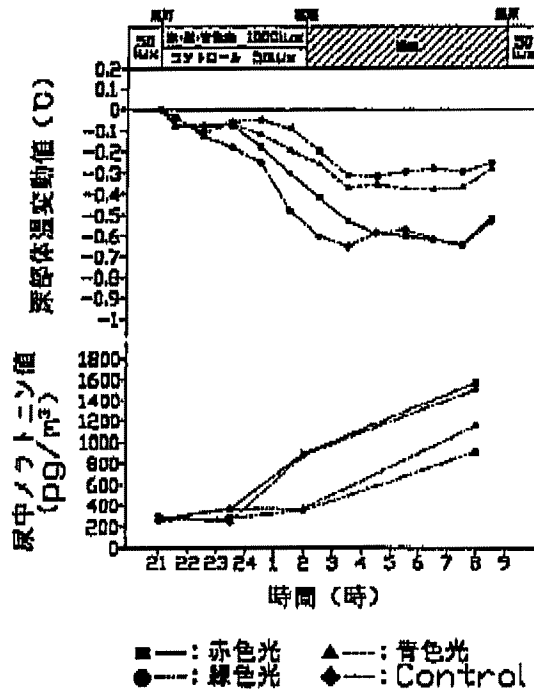
【図13】



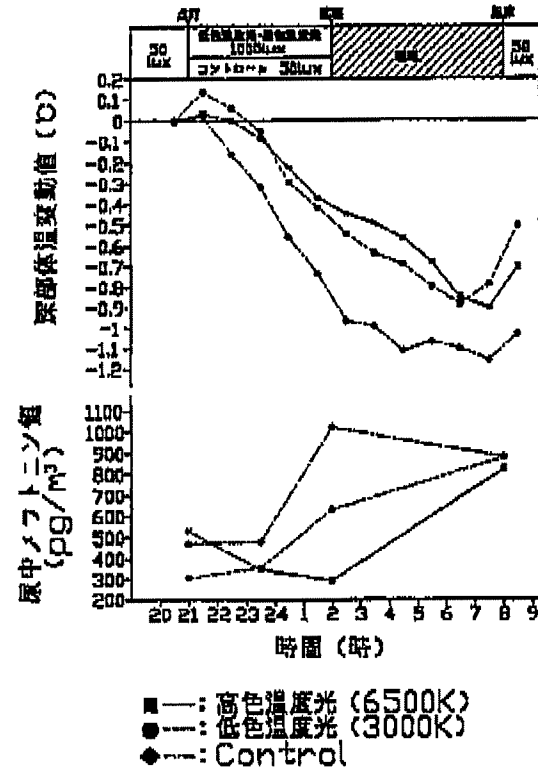
【図3】



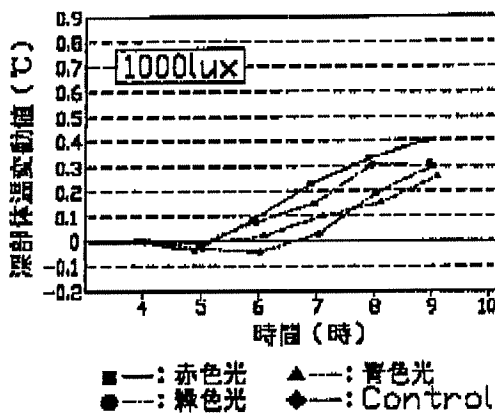
【図4】



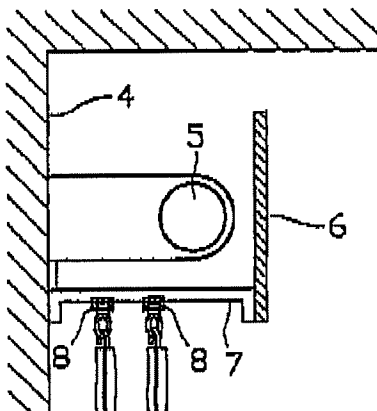
【図5】



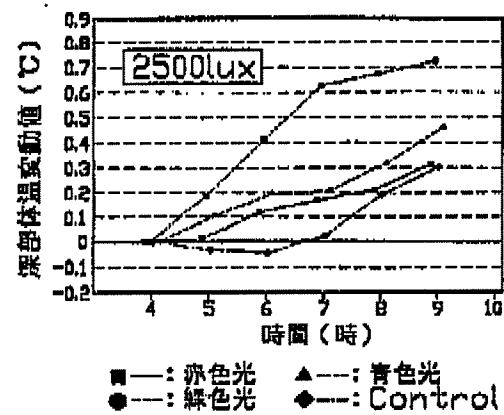
【図6】



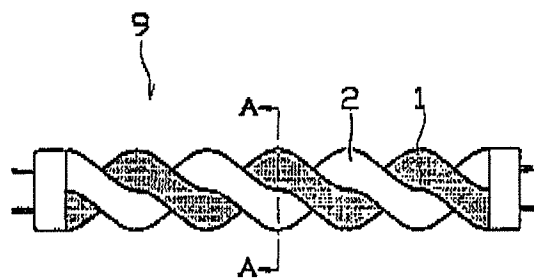
【図11】



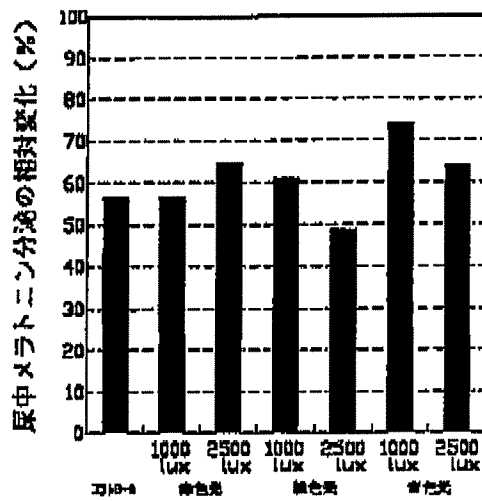
【図7】



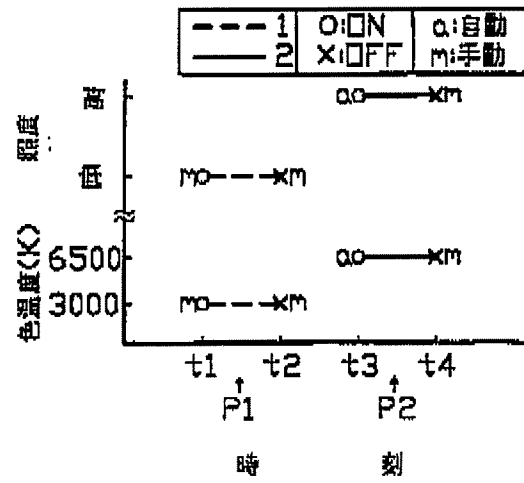
【図12】



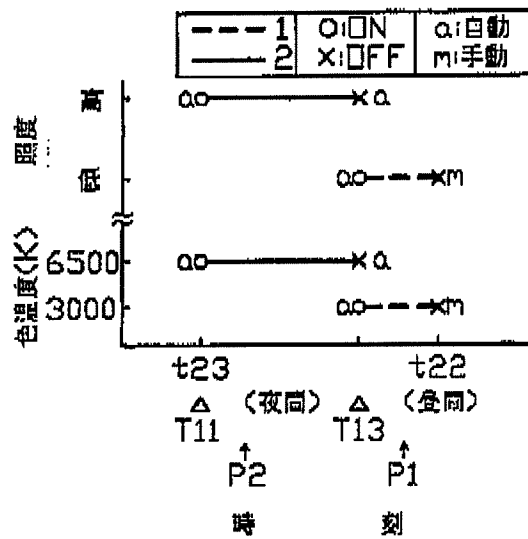
【図8】



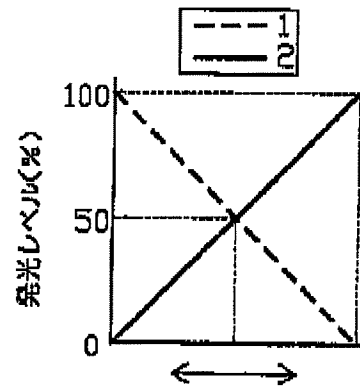
【図9】



【図10】



【図14】



【図15】

